



L'irrésistible montée de l'algorithmique : méthodes et concepts en SHS

Jean-Max Noyer, Maryse Carmes

► To cite this version:

Jean-Max Noyer, Maryse Carmes. L'irrésistible montée de l'algorithmique : méthodes et concepts en SHS. 2013. <sic_00911858>

HAL Id: sic_00911858

https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00911858

Submitted on 30 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'irrésistible montée de l'algorithmique : méthodes et concepts en SHS

Maryse Carmes et Jean-Max Noyer
carmes.cnam@orange.fr, carmes@grico.fr
noyer@grico.fr, onyx16b@yahoo.fr

(Article en cours de publication)

Résumé

Cet article pose des éléments de réflexion sur les effets de la production croissante et rapide de corpus de traces, d'empiries numériques dans les SHS, en se situant dans le cadre plus général de la montée de l'algorithmique et du Data Mining au sein des sociétés dites "performatives", au sens de François Laruelle. En prenant appui sur le débat épistémologique et politique provoqué par Chris Anderson, on s'attache à mettre en perspective certaines transformations au coeur des pratiques théoriques, et dans le domaine des SHS, on met en évidence, à travers les concepts d'Agencement (Deleuze -Guattari) et d'ANT (Actor Network Theory), le travail complexe de la pensée confrontée à la fabrication de ce que Bruno Latour propose d'appeler "les obtenues" en lieu et place des "données".

Introduction

L'irruption du débat sur la transformation des sciences par l'irrésistible ascension des algorithmes et l'explosion quantitative-qualitative de la production de données est relativement violente. Cette irruption s'exprime aussi dans le champ d'immanence doxique à travers les débats publics et plus ou moins complexes sur les effets des algorithmes utilisés par les grands acteurs de l'industrie logicielle dans les secteurs de la recherche d'information, du marketing, des gouvernances politiques associées à la gestion des populations et des territoires... L'automatisation (pour tout ou partie) des procédures de production des données, de leur exploitation hante les imaginaires de l'action politique, en même temps qu'elle permet de concevoir des dispositifs de triage des collectifs humains-non-humains puissants. Nous savons donc aujourd'hui combien sont nouées formes de pouvoir et « raison statistique », combien la fabrication de la valeur, de l'économie-monde, des collectifs, des processus de subjectivation ...de nos modes d'existences, se réalise par la mathématisation des relations, les régimes d'interfaces, la prolifération des applications qui les accompagnent. Dans ce cadre, le Data Mining se présente comme une narration impériale, comme grand récit des sociétés performatives, associée à la sainte et obsédante trinité « Performance-Prédiction-Préemption » qui caractérise les sociétés de veille et l'hégémonie marketing. Indice parmi d'autres des bouleversement des agencements scientifiques eux-mêmes, la déclaration de Chris Anderson [AND, 08] « sur la fin de la théorie », fabulation provocante d'une science revenue de tout, se présente précisément comme le symptôme des sociétés performatives et de la fusion du capitalisme et de l'informatique : ce que Guattari en son temps avait nommé "Capitalisme Mondial Intégré", [GUA, ALL, 81].

Dans le contexte du plissement numérique du monde, plissement qui traverse et est à la traversée des processus de mondialisation, force est de constater que nous devons penser la communauté des oeuvres comme « incomplétude en procès de production » pour suivre ici A.N. Whitehead, [WHI, 29] et que dans cette perspective il y aurait le plus grand avantage à déployer les bases d'une Narratique générale (comme moyen de développer une prise anthropologique et politique sur les nouvelles écritures et leur incarnation

partielle mais majeure dans les outils de Data Mining), à en examiner certaines difficultés, en particulier d'ordre sémiotique, dans le cadre de la transformation numérique.

Cette narratique impériale (et la matière numérique dont elle se nourrit et qu'elle produit dans le même temps), s'actualise sous des formes très diverses, traverse des milieux différents (plus ou moins autonomes) dont les capacités de variation, de transformation se trouvent non seulement mises à l'épreuve mais aussi potentiellement relancées. En effet, avec la complexité des sémiotiques, des narrations et des langues, avec la richesse des ecologies cognitives et les risques associés de chaos, la question de la réflexivité et de la simplicité viennent au premier plan avec plus d'insistance encore que par le passé. Cette question des interfaces (et des applications proliférantes) peut-être pensée comme fondement d'une sorte de "noo-nomadologie" faisant entrer dans une mise en visibilité des points de vue et de leurs mouvements. Noo-nomadologie encore des interstices et renouvellement de la notion de "zone frontière" à partir de la dispersion-dissémination et miniaturisations des interfaces de traduction, connexion, exploitation etc... Les frontières productives étant celles qui aménagent les passages et les traductions qui offrent la liberté analogique des interstices.

Ainsi, tenter de faire les « géographies » des collectifs de pensée et des événements qui leur sont associés afin de pouvoir suivre de leur construction, actualisation et territorialisation multiples via les pratiques socio-numériques, documentaires... ; suivre les trajectoires et traductions de concepts, leur nomadisme mais aussi les conditions de leur métastabilité via les pratiques, les écritures et les procédés ; prendre la mesure des sémiopolitiques et des régimes d'interfaces à partir desquels s'opèrent les associations, les tissages d'écritures et de narrations ; examiner la constitution des visibilités ; décrire l'économie politique et cognitive qui s'élabore et se négocie ; explorer et comprendre donc ces agencements complexes et hétérogènes d'actants participant à la fabrication d'onto-éthologies relationnelles, mêmes les plus éphémères, se présente comme des tâches majeures pour les SHS. Envisager sous ces conditions la montée en puissance des algorithmes et habiter ces ecologies, leurs dynamiques et hétérogénèses, à l'aune d'une pensée des agencements et des écritures, en suivant notamment les voies ouvertes par G.Deleuze ou par les travaux de l'ANT, constitue selon nous une perspective centrale, un travail essentiel.

Sous les conditions de la numérisation générale du monde et à l'aune d'une pensée des agencements et de la théorie des ANT, la compréhension de ces ecologies posent des problèmes parfois difficiles et engage à déployer des approches créatives, ambitieuses, dont nous rappelons ici les héritages, les difficultés, et les développements principaux. En prenant la suite du long mouvement d'informatisation et de mobilisation de l'algorithmique dans tous les domaines scientifiques, cela conduit brièvement à préciser, comment les rapports, les entrelacements, entre activité spéculative et travail sur les concepts, construction de données, construction des preuves, du type de modélisation... sont affectés par les capacités croissantes de production et d'analyses d'empiries numériques de plus en plus vastes et complexes, hétérogènes, par la possibilité de définir des algorithmes de plus en plus en plus puissants. L'automatisation d'un certain nombre des tâches intellectuelles doit elle aussi être pensée dans sa pleine et entière positivité, c'est-à-dire pas seulement selon le point de vue statique et essentialiste de la "perte" de facultés cognitives, mais aussi selon le point de vue de l'émergence de productivités nouvelles voire de libération des facultés pour de nouvelles danses créatrices...

Nous avons à penser ce que nous expérimentons de manière plus ou moins profonde et consciente chaque jour davantage à savoir la production de la vie, des modes d'existence, des économies politiques et des économies désirantes sous les conditions de production de la matière numérique et de la matière algorithmique.

Partie I. Le devenir numérique : raison statistique, algorithmique, régime ichtologique et économie

Un des effets majeurs de la numérisation du signe, des réseaux hypertextuels, de la dissémination d'interfaces à la plasticité toujours plus grande et aux applications logicielles toujours plus nombreuses, du

peuplement du monde par les puces RFID¹, du caractère toujours plus distribué des mémoires et des systèmes d'écritures, a été d'attirer à nouveau l'attention sur un certain nombre de questions anthropologiques et économiques. Pour aller vite, cette attention s'est à nouveau portée sur les dimensions et les conséquences socio-cognitives de la variation des couplages structurels complexes cerveaux/écritures/mondes, sur la différenciation et prolifération sans précédent des formes textuelles, visuelles, sonores de leurs alliances. Pour reprendre la formule de Gérard Berry, **[BER, 10]** le monde devenant numérique, la domination de l'algorithmique que ce soit au cœur des sciences, des réseaux, de la robotique, au cœur des modes de classement et de tri et de recherche de données, des subjectivités, des esthétiques, ou au cœur des collectifs, ne cesse de s'accroître.

De même que nous avons pris de plus en plus conscience des liens entre la « révolution électronique », la gestion informatisée des « marchés » et les politiques algorithmiques qui vont avec, nous prenons la mesure des tensions qui se déploient entre processus de robotisation, devenir entrepreneuriaux monopolistiques et inégalités,² **[KRU, 12]** au cœur la nouvelle révolution industrielle promise par Chris Anderson **[AND, 12]** et fondée sur l'alliance entre "Imprimantes 3D, découpeuses laser, logiciels et matériels open source"³ et de l'avènement de la flexibilité mondialisée.

Nous percevons mieux aussi certains des mécanismes économiques et financiers qui perturbent les processus d'innovation bien plus que les phénomènes de robotisation en cours. Enfin nous constatons simultanément (et une partie croissante des populations en éprouve les effets) que la monétarisation numérique ne cesse de venir remplir le gouffre de l'immanence y introduisant, comme dit Schmitt, une « déformation, une convulsion, une explosion, bref un mouvement de violence extrême ». ⁴ **[DEL, GUA, 72]** Nous savons à présent combien, par exemple, est fort aujourd'hui le lien entre les diverses formes de gouvernementalité et cette algorithmique généralisée, combien sont nouées formes de pouvoir et « raison statistique », sociologies et statistiques assumant une sorte de fonction fabulatrice extraordinaire. Ces nœuds-là sont sans fin et, jusqu'à devenir sorcières et baroques, nourries aux flux et stocks immenses des traces que laissent toutes nos pratiques et actions, du click le plus furtif (aux conditions d'un logiciel primitif), aux trajectoires les plus sophistiquées où se déposent et se laissent déchiffrer les histoires et cartographies entrelacées de nos lectures et visions de nos rythmes et de nos attentions, de nos prédilections pour telle ou telle substance d'expression... de nos compulsions et nos hésitations, de nos tremblements consuméristes et de nos silences « par défaut », au sein du labyrinthe à n-dimensions de l'Internet. Elles nous mènent encore aux architectures plus ou moins stables de ce que nous associons et/ou de cela, de tout cela, qui s'associe à nous en des graphes tantôt grossiers, tantôt subtils, aux formes infiniment variées. Incarnations du rêve scientifique de Gabriel Tarde et de Bruno Latour.

Faire parler les traces : le nouvel impératif catégorique

Comme nous venons de le dire, le déploiement des écritures et des réseaux numériques entraîne une transformation des mémoires, des dispositifs de publication, des niches écologiques qui sont conditions de notre vie, de nos modes d'existence et ce, dans leurs dimensions publiques et privées. Ce déploiement est planétaire et il affecte, bien que de manière très différenciée et inégale en termes d'actualisation, nos anthropologies, nos pratiques sociales, nos pratiques sociocognitives, nos subjectivités, nos processus d'identification. De nouvelles économies politiques émergent, associées à de nouvelles économies libidinales. À partir des nouvelles dimensions réticulaires, une nouvelle onto-éthologie des individus est en cours de déploiement et les collectifs de travail et de pensée sont profondément recomposés. N'en

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification

² Paul Krugman: 'Technology or Monopoly Power?' December 9, 2012, IHT, et Robots and Robber Barons, IHT, Barry C. Lynn and Phillip Longman, Who Broke America's Jobs Machine? Why creeping consolidation is crushing American livelihoods. <http://www.washingtonmonthly.com/features/2010/1003.lynn-longman.html>

³ Chris Anderson, Makers : La nouvelle révolution industrielle, Novembre 2012

⁴ Gilles Deleuze et Felix Guattari, Anti-Oedipe, Édition de Minuit, 1972.

déplaisent à certains, nous ne sommes pas confrontés à une perte de liens, à un appauvrissement des associations, de ce qui nous attache et nous lie, mais à une transformation, à une différenciation conduisant à une saturation de tout cela où se joue pour une part essentielle la question de l'avenir de nos devenir et des processus d'altération, des sociétés ouvertes.

Le déploiement d'un vaste ensemble de systèmes relationnels et de cartographies dédiées, résonne avec une évolution plus ou moins accentuée du « Politique » comme expérimentation généralisée et comme domination problématique des moyens et de la performativité des procédures sur les Fins éthiques et politiques. Les grandes crises écologiques (sociale, mentale, environnementale) qui sont à la traversée de transformations anthropotechniques, économiques, cognitives, organisationnelles, militaires etc. pour partie majeure sous les conditions du numérique et les devenir scientifiques et techniques associés, accentuant ces tendances et processus. Devenir biopolitiques et psychopolitiques, prenant alors des formes nouvelles, inédites. On comprend toute l'importance des efforts qui tendent à développer une sémiopolitique des interfaces [CAR,13] capable d'indiquer les rapports de production nouveaux, les formes nouvelles d'asservissement (au sens machinique de ce terme) et d'assujettissement, de leur hybridation, qui se mettent en place par et au cœur des dispositifs informationnels communicationnels numériques, sans parler des formes existentielles, des temporalités et des trouées dans la texture étouffante des sociétés de veille.

Texture qui se trame à partir d'une ichtologie toujours plus extensive et intrusive. Le spectre de la traçabilité hantant les nouveaux modes de travail, les nouveaux modes d'existence et les nouveaux modes de gouvernementalité. Quels que soient les niveaux d'échelle, des intranets aux processus de globalisation avec les passages en cours de la forme de l'état nation, vers l'état marché (dans le cadre de la tentative d'établissement, à marche forcée, d'un marché mondial), des formes classiques de la souveraineté vers des nouvelles formes décentralisées, relativement complexes (ou la privatisation même des fonctions régaliennes va bon train y compris la privatisation des machines de guerre), ces passages donc, se manifestent encore à travers la montée en puissance de la question logicielle comme question politico-stratégique majeure.

Force est de constater pour suivre ici Yannick Maignien [MAI, 13] que pour les sciences humaines et sociales, la révolution numérique est à la fois l'objet et l'instrument du développement contemporain des SHS. Elle en est l'instrument: les infrastructures numériques, comme pour toutes les sciences, doivent équiper, instrumenter les diverses disciplines des SHS. En l'occurrence, face à la diversité et richesse sémantique et méthodologique des disciplines, loin d'être une structure monolithique, un projet d'infrastructure est d'une part l'organisation complexe des moyens génériques lourds (archivage pérenne, stockage, calcul, hébergement, publication, édition) allant vers une « grille de services », depuis les données primaires d'observation jusqu'à la mise en forme théorique de résultats opérationnels ». Mais c'est aussi d'autre part « une hiérarchie d'outils vers les applications spécifiques à telle ou telle discipline, au plus près des enjeux sémantiques les plus riches [...] Ces outils spécifiques sont plus ou moins intégrés et interopérables selon les disciplines. Dans cette problématique du Web sémantique, socio-sémantique pour les SHS, le numérique ne peut avoir seulement statut d'instrument. Il doit dans le même temps être l'objet d'une analyse poussée et d'une théorisation des transformations de ce que le numérique produit dans la société, le travail, la culture, le savoir, l'éducation, l'information, l'organisation des territoires, les bio-pouvoirs, la communication, la création, l'économie mondialisée ou la politique. C'est la raison pour laquelle nous souhaitons montrer que l'approche de la montée de l'algorithmie doit être analysée d'une manière plus fine et complexe que celle formulée par Anderson et de manière plus consistante par Gray.⁵ [GRA, 09]

Une sémiotique pour l'ère de l'information mondialisée?

⁵ Voir Jim Gray et in "The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery", the collection of essays expands on the vision of pioneering computer scientist Jim Gray for a new, fourth paradigm of discovery based on data-intensive science and offers insights into how it can be fully realized. Microsoft, 2009

C'est en effet dans ce cadre que l'article d'Anderson [AND 08] apparaît comme symptôme des sociétés performatives et de la fusion du capitalisme et de l'informatique: ce que Guattari en son temps avait nommé "Capitalisme Mondial Intégré", [GUA, ALL, 81] ce qui au passage ne signifie nullement pacifié ou homogénéisé. D'un certain point de vue les hétérogénéités, les relations structurales de conflictualités, l'extension des zones frontières distribuées ne cessent de proliférer, et le creusement d'une polémologie des régimes sémiotiques à l'heure numérique prend chaque jour davantage de l'ampleur.

Pour suivre ici l'interrogation de Felix Guattari, « y-a-t-il une sémiotique correspondant à la culture de l'information mondialisée ? Oui (répond-il) tout comme il y a une analyse du pouvoir de cette culture dans la myriade de tentatives visant à décrire ses différents aspects – par exemple, son caractère non linéaire ». D'où l'importance des sémiotiques a-signifiantes ⁶ inscrites dans le couple Big Data / Algorithmique. « À la différence des sémiotiques signifiantes, les sémiotiques a-signifiantes ne connaissent ni les personnes, ni les rôles, ni les sujets. Alors que l'assujettissement engage des personnes globales, des représentations subjectives molaires aisément manipulables, « l'asservissement machinique agence des éléments infrapersonnels, infrasociaux, en raison d'une économie moléculaire du désir ». La puissance de ces sémiotiques réside dans le fait qu'elles passent à travers les systèmes de représentation et de signification dans lesquels « se reconnaissent et s'aliènent les sujets individués ». A une échelle différente, le traitement automatique des données, ou comme le suggère fort à propos Bruno Latour, "des obtenues", font que les "sémiologies signifiantes et leurs « syntagmes de pouvoir » linéaires peuvent se combiner avec des automatisations a-signifiantes superlinéaires. L'a-signifiant met le signifiant en œuvre comme un « outil », sans qu'ils fonctionnent ensemble, ni sémiologiquement ni symboliquement; de cette manière, les sémiotiques a-signifiantes ne sont pas soumises à la bonne forme sémiologique, à laquelle elles ont pourtant toujours recours en communiquant comme le système dominant le « souhaite ».

Comme l'écrit Genosko: « Avec les significations a-signifiantes, on entre dans le plan du post-humain, « de plus en plus artificiel ». Guattari n'était pas prêt à cet égard à se joindre aux « pleureuses humanistes », et rejetait les jérémiades anti-modernes et anti-machine de l'humanisme ». ⁷[GEN, 08]

Ce qui implique que nous nous dotons d'un concept renouvelé de l'automatisme au cœur des écritures numériques afin de rendre compte de sa pleine et entière productivité. Pleine et entière productivité voulant dire "libération de l'esprit" de ses fonctions socio-cognitives pour de nouvelles tâches sans toute fois manquer les forces amonts qui s'affrontent pour la définition et construction des algorithmes. La question devenant alors pour reprendre et s'inspirer du Foucault de Deleuze: "quelles sont les forces nouvelles qui sont activées en l'homme et ses collectifs par ces nouvelles forces du dehors? De quelles polémologies sont-elles porteuses? De quelle nature anthropologique sont-elles? ⁸

Une nouvelle économie politique en mouvement

Dans son rapport "Game changers: Five opportunities for US growth and renewal" le McKinsey Global Institute ⁹ soutient que "with the United States mired in a painfully slow recovery from the Great Recession, some economists project that years of tepid growth may lie ahead. But this view does not fully account for the resilience and innovative capacity of the US economy. In this report we identify “game changers”—catalysts that can spur productivity, boost GDP by hundreds of billions of dollars, and generate significant numbers of jobs by 2020. After evaluating a larger universe of ideas, we arrived at a set of five opportunities that could accelerate growth: shale gas and oil production; increased trade competitiveness in knowledge-intensive manufactured goods; **the potential of big data analytics to raise productivity; increased investment in infrastructure, with a new emphasis on its productivity; and a more cohesive and effective system of talent development in both K–12 and post-secondary education**".

⁶ Felix Guattari et en particulier Lignes de fuites, Pour un autre monde de possibles, Edition L'aube, 2011

⁷ Gary Genosko, Banco sur Félix. Signes partiels a-signifiants et technologie de l'information, Multitudes 2008/4 - n° 34

⁸ Gilles Deleuze, Foucault, Edition de minuit,

⁹ McKinsey Global Institute, Juillet 2013

Comme le résume très bien Alexander Galloway ¹⁰ [GAL, 12], "à l'âge de l'algorithme, les mathématiques pures revendiquent le monde et en extraient de la valeur. Quelle est aujourd'hui l'infrastructure du mode de production contemporain? Elles comprennent toutes les catégories classiques, y compris le capital fixe et variable. Mais (...) quelque chose distingue le mode de production contemporain des autres: la prédominance du logiciel. Le logiciel (machine symbolique) est non seulement le moteur de l'économie contemporaine mais souvent l'économie est le logiciel, car elle consiste à extraire de la valeur via l'encodage et le traitement d'informations mathématiques".

Les géants industriels dominants se servent des mathématiques pures de la théorie des graphes en vue d'une valorisation monétaire. Or, continue-t-il, "il y a aujourd'hui deux écoles: " ceux qui considèrent que le logique symbolique, la géométrie, l'analyse linéaire, la théorie des ensembles, les algorithmes, le traitement de l'information etc. sont en dehors de l'histoire ontique, c'est à dire hors de l'histoire des événements (mais pas nécessairement des essences) et ceux qui reconnaissent qu'une telle mathématisation est aujourd'hui au coeur même du mode de production, qu'elle s'avère donc être non seulement le moteur de l'histoire mais encore en un sens fondamental l'Histoire elle-même".

Partie II. Méthodes et Pratiques théoriques

"Correlation is enough" : la controverse Anderson et ses limites

C'est donc dans ce contexte de profonde transformation que le texte de Chris Anderson ¹¹ [AND 08] attire l'attention. D'un certain point de vue, celui de la sociologie / anthropologie des sciences et de la philosophie des sciences. Il faut bien le dire, ce texte semble relativement sommaire. ¹²Que nous dit en effet Anderson: « at the petabyte scale, information is not a matter of simple three- and four-dimensional taxonomy and order but of dimensionally agnostic statistics. It calls for an entirely different approach, one that requires us to lose the tether of data as something that can be visualized in its totality. It forces us to view data mathematically first and establish a context for it later ». [...] « There is now a better way. Petabytes allow us to say: "Correlation is enough." We can stop looking for models. We can analyze the data without hypotheses about what it might show. We can throw the numbers into the biggest computing clusters the world has ever seen and let statistical algorithms find patterns where science cannot. »

Pour Anderson, le primat des données a un goût de revanche sur ce qu'il appelle les modèles. La science et ses théories prennent les habits de la transcendance en les remplaçant par un empirisme flirtant avec le positivisme : n'existerait que ce qui se déduit de ces observables directs, à savoir les données, et la méthode algorithmique se présenterait comme la voie royale vers la connaissance. Les statistiques parlent au nom des êtres (dixit) et se constituent en formes suffisamment « pures » pour se libérer de tout dessein et de tout appareillage conceptuel (voire des scientifiques eux-mêmes !).

¹⁰ Alexander Galloway, Les nouveaux réalistes: philosophie et postfordisme, Edition Léo Scheer, 2012

¹¹ **Chris Anderson:** The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete, http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory

¹² Voir ici la position plus précise et complémentaire de Jim Gray in GORDON BELL (Fourth's Paradigm). Tony Hey, Stewart Tansley, Kristin Tolle, *The Fourth Paradigm : Data-Intensive Scientific Discovery*, 2009. Le paradigme de Jim Gray : ses paramètres, ses conséquences. "Data-intensive science consists of three basic activities : capture, curation, and analysis. Data comes in all scales and shapes, covering large international experiments ; cross-laboratory, single-laboratory, and individual observations ; and potentially individuals' lives." "We must create a generic set of tools that covers the full range of activities—from capture and data validation through curation, analysis, and ultimately permanent archiving ». And « Curation covers a wide range of activities, starting with finding the right data structures to map into various stores. It includes the schema and the necessary metadata for longevity and for integration across instruments, experiments, and laboratories. Without such explicit schema and metadata, the interpretation is only implicit and depends strongly on the particular programs used to analyze it. Ultimately, such uncurated data is guaranteed to be lost. » « Data analysis covers a whole range of activities throughout the workflow pipeline, including the use of databases (versus a collection of flat files that a database can access), analysis and modeling, and then data visualization".

La critique qu'on lui oppose est d'abord épistémologique. En oubliant toute l'histoire de la science, l'hétérogénéité de ses méthodes, le pluralisme des intelligibilités et leurs histoires, en passant par les vastes constructions matérielles et idéelles des sciences et des rationalismes qui les accompagnent, les variations qui affectent les va-te-vient entre propositions spéculatives et empiries et la construction de plus en plus complexes des "obtenues", Anderson simplifie de manière grossière les hétérogènes du travail de la science. Dans la brève controverse qui a suivi, comme le soulignent Kelly et d'autres, « this emerging method will be one additional tool in the evolution of the scientific method. It will not replace any current methods (sorry, no end of science!) but will compliment established theory-driven science ». De même, pour le cas de l'astrophysique, Lee Smolin [SMO 08] précise que celle-ci s'est équipée depuis longtemps de supers ordinateurs, "but that has at every stage been guided by theoretical knowledge and analytic approximations". Gloria Origi indiquant encore, "Science has always taken advantage of correlations in order to gain predictive power. Social science more than other sciences." ¹³ La controverse à dire vrai n'a pas pris une grande ampleur, tant les transformations des sciences dures sont depuis déjà longtemps en cours et les travaux (menés depuis un siècle) en sociologie et philosophie des sciences décisifs. ¹⁴ [ORR 08]

Là où par contre, la controverse insiste, ce sont dans les sciences sociales, la toute puissance du couple empirie numérique / algorithmie se présentant ici comme le moyen de leur ré-enchantement (si tant est qu'elles en aient besoin) par la mobilisation systématique d'approches ethnographiques-statistiques. Ces approches devant être pour Anderson « a-théoriques » : « Out with every theory of human behavior, from linguistics to sociology. Forget taxonomy, ontology, and psychology. »

Il n'est pas inutile de rappeler qu'avant lui, les approches ethnographiques et tout un ensemble de travaux de l'anthropologie des sciences et techniques, ont appelé à étudier le « social » tel qu'il est en train de se fabriquer (non comme il se pense) et ce, en se défaisant des catégories ante, du magma des représentations collectives, des structures, des psycho-sociologismes, des symboles... Pour autant, le projet d'une science sociale (sociologie de la traduction) immanentiste de Bruno Latour n'est pas celui d'Anderson et repose sur un ensemble de propositions spéculatives et théoriques fortes.

A ce titre, la troisième critique d'ordre politique porte sur la naturalisation et **l'essentialisation** de la Statistique, omniscience clairvoyante dans l'Ether des données. Anderson suggère que les concepteurs d'algorithmes ne créeraient jamais leurs opérations-instructions à partir des recherches et des acquis, par exemple de l'information/Computer Science, de la Mathématique... et que Google serait né dans deux cerveaux hors de l'histoire.

Mais Anderson lui-même nous rappelle que Sergey Brin et Larry Page possédaient un modèle posant *a minima* ce en quoi consiste « l'organisation de l'information », « une information utile » et donc « un modèle d'usager-usages de l'information (à une échelle mondiale) ». De fait les créateurs de Google s'inscrivent dans l'histoire de la constitution des bases de données et de leurs moteurs de recherche, dans l'histoire massivement essentialiste de la documentation, de l'ingénierie documentaire et de la pensée classificatoire héritée... Le fameux algorithme du Page Rank s'inscrivant à la fois contre et tout contre cette histoire. Contre parce qu'il introduit la notion "d'usage quantifié" comme critère de filtrage et de

¹³ Pour la discussion des thèses de Chris Anderson (Editor-in-Chief of *Wired* magazine) *The end of theory : Will the Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete ? And On Chris Anderson's The end of Theory*, by George Dyson, Kevin Kelly, Stewart Brand, W. Daniel Hillis, Sean Carroll, Jaron Lanier, Joseph Traub, John Horgan, Bruce Sterling, Douglas Rushkoff, Oliver Morton, Daniel Everett, Gloria Origi, Lee Smolin, Joel Garreau. Voir aussi, Les Dossiers de la Recherche, 2012, *La révolution des mathématiques*, en particulier "L'informatique renouvelle les mathématiques" par Gerard Berry, Directeur de recherche à l'Inria, et membre de l'Académie des sciences.

¹⁴ Voir sur ces points, pour aller à l'essentiel, Karl Popper, Michael Polanyi, Paul Feyereabend, Bruno Latour et http://www.edge.org/discourse/the_end_of_theory.html pour le débat "on Chris Anderson's the End of Theory, 2008 with George Dyson, Kevin Kelly, Stewart Brand, W. Daniel Hillis, Sean Carroll, Jaron Lanier, Joseph Traub, John Horgan, Bruce Sterling, Douglas Rushkoff, Oliver Morton, Daniel Everett, Gloria Origi, Lee Smolin, Joel Garreau

classification. Il s'agit là d'un choix fondamentalement anthropologique et politique inscrit dans le mouvement historique de critique des critériologies top-down, pour la montée en puissance des critériologies bottom-up soumise à la fluctuation des interprétations et des lectures, des usages et des controverses... quand les doxas plus ou moins sophistiquées créent le sens et sont opérateurs des lignes de force de la sémantique.¹⁵

L'algorithme de Google est fondamentalement enchâssé dans un modèle d'économie politique... des savoirs. D'autres on le sait depuis, sont possibles tels ceux d'Exalead ou d'Autonomy... qui proposent d'autres critériologies et d'autres explorations fondées sur la mise en évidence des réseaux socio-sémantiques et la nature processuelle des savoirs, de leur agencements. La tentative de décrire Google et l'algorithmique comme a-théorique et a-politique est en réalité pure posture politique, voire imposture. Il s'agit de se "mettre hors histoire", en évacuant le travail des forces à l'oeuvre, des passions, hors de tout dessein normatif, économique, financier, politique etc. En niant l'hétérogénéité de ces applications, c'est la puissance critique vis à vis de certaines gouvernementalités en cours de création (et des instances étatiques, bancaires, marketing qui les manipulent...) qui s'affaiblit.

Au fond et pour prolonger celle de Catherine Malabou **[MAL, 04]** à propos du cerveau, la question critique est la suivante "que faire pour que la mathématique et ses algorithmes ne coïncide pas purement et simplement avec l'esprit du capitalisme".¹⁶

C'est ainsi encore que le Data Mining se trouve au coeur de la boucle description-performance-prédiction. En le déliant de toute la chaîne de médiations, traductions, actualisations, des rapports de forces (y compris scientifiques), et des divers types de solutions technologiques (qui véhiculent elles-mêmes toute une série de transformation des programmes), de contraintes et d'intérêts qui font ses divers milieux d'application, le Data Mining peut apparaître comme auto-fondateur (et même libéré de tout « business model »). L'auto-légitimation par la puissance (et ses stratégies et tactiques) si bien pointée dès la fin des années 70 par Jean-François Lyotard¹⁷ **[LYO,79]** trouve aujourd'hui les conditions d'un épanouissement... impérial !

Pierre Levy a très bien mis en évidence les limites de ce positivisme statistique.¹⁸ **[LEV, 13]**

¹⁵ François Bourdoncle, L'intelligence collective d'usage, in technologies de l'information et intelligences collectives, Hermès Lavoisier, 2010, sous la direction de Jean-Max Noyer et Brigitte Juanals
Jean-Max Noyer, Les vertiges de l'hyper-marketing, in les Débats du numérique, Editions Mines-Paris Tech, 2013

Peter Sloterdijk, Le palais de cristal, à l'intérieur du capitalisme planétaire, Maren Sell Editeurs, 2006

¹⁶ Catherine Malabou, Que faire de notre cerveau ? Edition Bayard, 2004

¹⁷ Jean-François Lyotard, La condition post moderne, Edition de minuit, 1979

¹⁸ Pierre Levy: "(...) Comment transformer les torrents de données en fleuves de connaissances ? La solution à ce problème va déterminer la prochaine étape de l'évolution du médium algorithmique. Certains observateurs enthousiastes du traitement statistique des « big data », comme Chris Anderson, le rédacteur en chef de Wired, se sont empressés de déclarer que les théories scientifiques (en général) étaient désormais obsolètes. Nous n'aurions plus besoin que de flots massifs de données et d'algorithmes statistiques. (...) Il paraît que les nombres parlent d'eux-mêmes. Mais c'est évidemment oublier qu'il faut, préalablement à tout calcul, déterminer les données pertinentes, savoir exactement ce que l'on compte, et nommer - c'est-à-dire catégoriser - les patterns émergents. De plus, aucune corrélation statistique ne livre directement des relations causales. Celles-ci relèvent nécessairement d'hypothèses qui expliquent les corrélations mises en évidence par les calculs statistiques puissants opérant dans les « nuages » de l'Internet : les théories - et donc les hypothèses qu'elles proposent et la réflexion dont elles sont issues - appartiendraient à une étape révolue de la méthode scientifique (...) Chris Anderson et ses émules ressuscitent la vieille épistémologie positiviste et empiriste en vogue au XIX^e siècle selon laquelle seuls les raisonnements inductifs (c'est-à-dire uniquement basés sur les données) sont scientifiques. (...) Cette position revient à refouler ou à passer sous silence les théories - et donc les hypothèses risquées fondées sur une pensée personnelle - qui sont nécessairement à l'oeuvre dans n'importe quel processus d'analyse de données et qui se manifestent par des décisions de sélection, d'identification et de catégorisation. On ne peut initier un traitement statistique et interpréter ses résultats sans aucune théorie".

D'autre part, un examen rapide montre que les conditions de production des savoirs scientifiques ne sont pas affectées de la même manière par cette montée. Mais ce qui apparaît fortement c'est la persistance d'un entrelacement et d'une co-détermination entre méthodologies, et "obtenues", corrélations (dans leur variété même) et principes d'intelligibilités, construction des preuves etc... recherches théoriques et programmes "empiriques".

Pour ne citer que quelques exemples, les rapports entre informatique et mathématiques qui renouvellent ces dernières, les recherches concernant la Post-génomique, et la compréhension des "modes d'association des protéines", tout cela exprime les façons dont informatique et algorithmie travaillent des pans entiers de la recherche.

Mais les choses peuvent prendre une tournure plus tourmentée encore faire apparaître la complication plus grande des rapports entre théorie / modélisation et empirie numérique et mettre en évidence que la productivité attendue de la recherche des corrélations créatrices ne saurait être détachée des cadres réflexifs et du travail des et sur les modèles, même les plus spéculatifs. On sait par exemple (pour rester dans la biologie) que Jean-Jacques Kupiec dans son ouvrage « L'Origine des individus », ¹⁹ [KUP, 08] tente de tirer un trait sur le déterminisme génétique et les théories de l'auto-organisation en proposant une nouvelle théorie de l'individuation biologique. Cette théorie dite de « l'hétéro-organisation » rétablit le lien entre la théorie de la sélection naturelle de Darwin et la théorie du « milieu intérieur » de Bernard. Elle permet également de dépasser le réductionnisme et le holisme qui, selon lui, emprisonnent la pensée biologique depuis l'Antiquité. Cette proposition précède et fonde le programme Encode Encyclopedia of DNA Elements . ²⁰

Nature a publié une exceptionnelle série d'articles relatant ces résultats. Ces "obtenues" représentent un volume gigantesque d'informations.²¹ Dans un interview récent Jean-Jacques Kupiec rend compte des difficultés inhérentes au programme réductionniste et des dogmes de la biologie moléculaire. Il rappelle la croyance qui avait cours dans les années 90, croyance selon laquelle "il suffirait d'analyser les séquences de l'ADN - ce qui est écrit dans les gènes, en quelque sorte - pour déchiffrer cette supposée information génétique". En fait écrit-il, "l'ADN seul n'est rien, ou plutôt n'existe jamais isolément, sauf dans les éprouvettes des chimistes. (...) L'ADN d'une cellule est toujours en interaction avec d'autres protéines dans une structure nommée chromatine. Ces interactions sont indispensables, elles décident si certaines protéines sont fabriquées ou pas".

Selon Jean-Jacques Kupiec le programme Encode permet "d'étudier en détail ces interactions, très nombreuses. Il vise à identifier systématiquement, à l'échelle des génomes entiers, toutes les séquences de l'ADN et toutes les protéines interagissant ensemble dans une cellule, de manière à activer certains gènes". Et grâce aux "techniques de biologie moléculaire automatisées (qui) ont connu un développement fulgurant, (il a été possible) d'obtenir un nombre immense de données sur des génomes entiers d'espèces animales et végétales et de micro-organismes".²² On pourrait sans limite, multiplier les exemples d'un tel entrelacement.

L'exemple Latourien: de la scientométrie à "La machine de Hume"

Un autre exemple célèbre va nous aider à montrer les transformations liées à la production de nouvelles empiries numériques au sein des SHS et à leurs effets.

Cet exemple permet de prendre la mesure de ce qui est engagé par les modèles linguistico-sémantiques à l'occasion de traitements statistiques de corpus plus ou moins importants et hétérogènes de documents, de

¹⁹ Jean-Jacques Kupiec, *L'origine des individus*, Edition fayard, 2008

²⁰ Encode: <http://encodeproject.org/ENCODE/> et <http://en.wikipedia.org/wiki/ENCODE>

²¹ - Soit l'équivalent "de 3 000 DVD - (données) sur le génome humain pris comme un tout, et donc bien au-delà des seuls gènes. Ce programme (Encode) est réalisé par un consortium international qui regroupe plus de 400 scientifiques sous la direction des principales universités américaines (Harvard, Stanford, MIT...) et des instituts nationaux de la santé (NIH), organismes de recherche en biomédecine aux Etats-Unis. Lancé en 2003, il monte en puissance.

²² Jean Jacques Kupiec interview, http://www.liberation.fr/sciences/2012/09/13/l-adn-seul-n-est-rien_846143

traces etc...

Dans le cadre du développement de la sociologie de la traduction et du programme de recherche tel qu'il avait été formulé au début des années 80 dans son ouvrage "Irréductions"²³ Bruno Latour et Geneviève Teil ont formulé les réquisits théoriques permettant de fonder sur des bases renouvelées les rapports entre méthodes et problèmes, concepts et constructions des empiries.

Dans leur article publié en 1995, "The hume machine: can association networks do more than formal rules?"²⁴ [LAT, TEI, 95] ils exposent les fondements de leur approche et leur besoin de nouveaux outils (statistiques) afin de répondre aux problèmes de description et de modélisation portés par la sociologie de la traduction et la théorie des acteurs réseaux.²⁵ Les questions programmatiques posées sont les suivantes: "how can we give qualitative analyses in social science mechanical means for dealing with large bodies of heterogeneous data?" Et comment surmonter ceci : "despite contemporary progress in statistics, the social sciences are still too divided between quantitative and qualitative methods". Tout en reconnaissant le travail accompli par l'ethnomethodologie: "this step forward, conjointly made by ethnomethodology, the new sociology of science, and semiotics, has not yet been operationalized by specially designed methods of data analysis. In the absence of methods adapted to it, those who are developing the network ideas are forced to hesitate between statistical groups that are too large-scale and detailed analyses that are too fine-grained-or to despair of ever finding suitable quantitative methods. It then becomes easy to accuse those using the idea of networks of making a slogan of it (the network is "a seamless web") which does not enable one to differentiate as effectively as traditional notions using groups of acceptable size, and which does not enable one to carry out a relativist program". Et ils continuent, "thus we need to give qualitative workers a Computer Aided Sociology (CAS) tool that has the same degree of finesse as traditional *qualitative* studies but also has the same mobility, the same capacities of aggregation and synthesis as the *quantitative* methods employed by other social sciences."

Près de 17 années plus tard, à l'occasion donc du texte manifeste d'Anderson, nous pouvons entendre l'écho affaibli de cela à travers ce que Gloria Orrigi [ORR, 08] énonce dans sa réponse à savoir: "une nouvelle science peut émerger à l'ère des pétaoctets, c'est une science qui tente de répondre à la question de savoir comment les processus d'intelligence collective sont possibles, et ce grâce à la nouveauté des énormes quantités de données qui peuvent être facilement exploitées et combinés par des algorithmes puissants. C'est peut-être une nouvelle science plus «douce», non inhibée par le fardeau de la rigueur des "méthodes quantitatives", qui font les articles scientifiques si ennuyeux à lire, qui laisse aux algorithmes la charge de ce fardeau et laisse l'esprit libre "danser" autour des données de manière plus créative ».²⁶ Cela résonne encore avec la position de Michel Serres qui, dans ses échanges avec Bernard Stiegler,²⁷ [SER, STI, 12] remarque que les algorithmes automatisant un certain nombre de tâches intellectuelles ouvrent une plus grande liberté créatrice conceptuelle, en amont et en aval des processus scientifiques, des processus cognitifs en général. Certes la question de l'automaticité ne s'épuise pas dans ce constat et nous avons évoqués en commençant combien sa dimension anthropologique et politique était centrale. Mais ce serait à coup sûr, d'un point de vue conceptuel, d'un point de vue pragmatique, être "hémiplégique" que de n'en rester qu'au seul énoncé visant les dégâts socio-cognitifs et politiques, de l'automation d'un certain nombre de procédures et inférences intellectuelles. Il y a des algorithmes et ces algorithmes sont criticables. Il y a des algorithmes et ils offrent de nouvelles vues, de nouvelles visibilitées. Il y a des

²³ Bruno Latour, *Irréductions*

²⁴ Bruno Latour et Geneviève Teil, "The hume machine: can association networks do more than formal rules?", INRA and ENSMP in *Stanford Humanities Review* Vol.4, n°2

²⁵ The study of science and technology by social scientists has led some of us to develop a theory of the growth of socio-technical imbroglis in terms of associations.¹ The word "social" in the expression "social science" would no longer refer to "society" but to the "associations" established between humans and non-humans. The problem encountered by such a theory is to decide whether or not one should qualify the associations beforehand.

²⁶ Gloria Orrigi in http://www.edge.org/discourse/the_end_of_theory.html pour le débat "on Chris Anderson's the End of Theory, 2008

²⁷ Michel Serres, Bernard Stiegler: <http://www.youtube.com/watch?v=iREkxNVetbQ>

algorithmes et ils permettent de cartographier de manière dynamique des flux et les "memes", les trajectoires d'actants, d'offrir ainsi des réflexivités sur les conditions de production des sciences ou de tout autre "intelligence collective". Et nous pouvons en débattre.

Un des problèmes nous le savons consiste, pour les SHS, et à partir d'une variation de vaste amplitude, à remettre sans cesse sur le tapis la question des collectifs humains / non-humains, des collectifs de pensée, des communautés d'oeuvre, en leur incomplétude même, de reprendre l'étude des narrations dont ils sont l'expression et l'exprimé, de saisir les conditions de leur métastabilité tant idéelles que matérielles. De manière un peu plus précise, la question de leur construction, des dynamiques qui les traversent, des hétérogénéités qui les habitent, des schismogénèses qui expriment leur processus de différenciation, d'altération-crédation, mais aussi de destruction, toujours possible, cette question est au centre des enjeux scientifiques et critiques.

A partir de l'exemple de "The Hume Machine" et de l'élaboration d'un logiciel dédié à l'analyse des réseaux formant les collectifs (et produisant graphes et cartographies) comment les rapports, les entrelacements entre activité spéculative et travail sur les concepts, construction de données ("les obtenues"), construction des preuves et élaboration des conditions structurales de visibilité, type de modélisation... (bref, les processus de co-construction controversée des savoirs et des méthodes) sont-ils affectés par les capacités croissantes de fabrication d'empiries numériques de plus en plus vastes et complexes, hétérogènes, par la possibilité de définir des algorithmes de plus en plus en plus puissants ?

Il s'agit ici de rentrer de manière certes trop rapide, à l'intérieur des nouvelles mains numériques²⁸ [JAC, 11] de l'intellect, de mettre en évidence une partie du contexte des problèmes théoriques constitutifs des conditions d'actualisation d'une technologie intellectuelle innovante, liée elle-même à la constitution de grandes bases de données numériques, première incarnation de la constitution des Big Data accompagnant l'advenue du Web.

Agencements et science des associations

Une réflexion relativement puissante sur la genèse des agencements, la co-production des êtres, des énoncés, et des médiations, a commencé à se nouer à partir de l'immense travail de Jean-Pierre Faye sur la formation des « Langages Totalitaires » (La raison critique de l'économie Narrative) et les stratégies et effets de la destruction partielle du "Langage", ce dernier abîmé dans et par la fonction "communication". Cette publication a été rapidement suivie, la même année (1972) de « Théorie du récit: introduction aux "Langages Totalitaires" ». ²⁹[FAY, 72]

Ce travail indiquait entre autres, qu'il convenait de s'avancer vers une sorte d'économie générale des dynamiques des agencements, dispositifs, acteurs-réseaux participant à la production, circulation, consommation des énoncés, des textes, des sémiotiques et ce dans toutes leurs dimensions expressives, c'est-à-dire à la fois linguistiques et non-linguistiques, c'est-à-dire encore selon les divers régimes sémiotiques et leurs rapports.

Bruno Latour dans « Irréductions » prônait, dès le début des années 80 une attitude proche. Posant les bases de ce qui allait devenir la sociologie de la traduction et la théorie des acteurs-réseaux et en pensant la sociologie comme science des associations, il prenait la mesure de la nécessité de disposer de grandes quantités de traces laissées par les actants au cours de leur pratique afin de pouvoir décrire au deux sens du mot leurs trajectoires et les manières dont circulant et s'associant, convergeant et / ou divergeant ils se transforment, se renforcent ou s'affaiblissent.

Ces traces, la numérisation du signe en fournit une quantité toujours plus grande et plus hétérogène: traces comportementales, traces sémantiques, trajectoires des actants et coordonnées spatio-temporelles, anthropo-géolocalisation, formation et déformation des agrégats, chaînes de traduction (au sens de la

²⁸ Sous la direction de Christian Jacob, Lieux de savoir 2, Les mains de l'intellect, Edition Albin Michel, 2011

²⁹ Jean-Pierre Faye - Théorie du récit, Introduction aux "langages totalitaires", La raison critique de l'économie narrative. Hermann, Paris 72

sociologie de la traduction) etc. En appui sur les premiers travaux de sociologie des sciences menés à partir de la constitution des bases de données au début des années 60, de la construction des bases du SCI et SSCI,³⁰ des programmes de Derek De Solla Price³¹ [PRI, 62, 64] et des propositions de Eugene Garfield, et Henry Small³² [GAR, SMA, 85] le CSI de l'Ecole des Mines de Paris a, dès le début des années 80 commencé à exploiter ce qu' alors on nommait les grands fonds documentaires. A la suite de Garfield qui avait privilégié les citations puis les co-citations comme traces pertinentes pour accéder à des descriptions de réseaux de recherches rendant compte d'un certain nombre de dynamiques des collectifs scientifiques, des fronts de recherches à l'oeuvre au sein de champs disciplinaires et /ou de communautés ad-hoc, les chercheurs du CSI ont développé des outils d'analyse des communautés de recherche en proposant d'élargir la description des dynamiques de recherche et l'identification des réseaux d'actants à partir de la méthode dite des mots associés (co-words analysis)³³.

Il s'agissait et il s'agit toujours³⁴ de cartographier ces réseaux plus ou moins hétérogènes et d'accéder ainsi à des niveaux d'échelle variables, aux collectifs de pensée, aux agencements produisant les savoirs, aux dispositifs de leur co-construction parfois mouvementée, jusqu'aux controverses et fronts de recherche. Pour cela il fallait justifier de la pertinence de "la réduction scientométrique", c'est-à-dire de l'établissement d'une correspondance, d'une traduction fiable entre les réseaux de mots associés (au sein des corpus documentaires formés par les textes -articles, rapports... produits par les actants au cours de leur pratiques) et les réseaux d'actants associés au sein des agencements concrets de production-circulation des savoirs.

A présent l'explosion de la strate internet, la différenciation des traces numériques, la nouvelle alliance Images/ textes / sons... tout cela permet d'envisager une extension des modes traitement des traces, la production de données qui rendent possibles l'analyse et l'exploitation des enchevêtrements de narrations non-exclusivement linguistique. Cela est, dans le secteur des SHS, aujourd'hui décisif.

Présupposés linguistiques-sémiotiques, empiries numériques

Il y a trois décennies, donc, Bruno Latour insistait déjà sur ce point crucial: "nous avons toujours tendance à privilégier le langage. Pendant longtemps nous l'avons cru transparent et seul de tous les actants, il n'avait ni épaisseur, ni violence. Puis nous nous sommes mis à douter de sa transparence et nous

³⁰ SCI: <http://thomsonreuters.com/science-citation-index-expanded/> et SSCI: <http://thomsonreuters.com/social-sciences-citation-index/>

³¹ Price, *Science since Babylon*. New Haven, Yale University Press, 1962 et Price, "The Science of Science", dans M. Goldsmith et A. Mackay (éds), *The Science of Science*. London, Souvenir Press, 1964

³² H. Small et E. Garfield, "The geography of science: disciplinary and national mappings, *Journal of Information Science*, vol. 11, 1985, Voir sur ces points l'article de Xavier Polanco, <http://gabriel.gallezot.free.fr/Solaris/d02/2polanco1.html>

³³ Michel Callon, Jean-Pierre Courtial, William Turner, Serge Bauin: From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis, *Social Science Information* March 1983

³⁴ Voir sur ces points Peter Mutschke, Anabel Quan Haase : Collaboration and cognitive structures in social science research fields. Towards socio-cognitive analysis in information systems

François Bourdoncle, L'intelligence collective d'usage, (Dassault system / Exalead) in Noyer J.-M. Juanals B., (coord.), 2010. Technologies : de l'information et intelligences collectives. Paris : Hermès Science Publications-Lavoisier. Mais aussi pour une reprise actuelle de la méthode des mots associés: Research on the semantic-based co-word analysis, Zhong-Yi Wang, Gang Li, Chun-Ya Li, Ang Li In *Scientometrics*, 2011. Et plus récemment encore Phylomemetic Patterns in Science Evolution—The Rise and Fall of Scientific Fields Chavalarias D, Cointet J-P (2013) PLoS ONE 8(2): e54847. doi:10.1371/journal.pone.0054847

"We introduce an automated method for the bottom-up reconstruction of the cognitive evolution of science, based on big-data issued from digital libraries, and modeled as lineage relationships between scientific fields. We refer to these dynamic structures as *phylomemetic networks* or *phylomemies*, by analogy with biological evolution; and we show that they exhibit strong regularities, with clearly identifiable phylomemetic patterns. Some structural properties of the scientific fields - in particular their *density* -, which are defined independently of the phylomemy reconstruction, are clearly correlated with their status and their fate in the phylomemy (like their age or their short term survival). Within the framework of a *quantitative epistemology*, this approach raises the question of predictability for science evolution, and sketches a prototypical life cycle of the scientific fields: an increase of their cohesion after their emergence, the renewal of their conceptual background through branching or merging events, before decaying when their density is getting too low.

avons voulu la restituer en nettoyant le langage comme on eût fait d'une vitre. Nous avons tellement préféré le langage à tout, que nous avons fait de sa critique l'unique tâche des générations de Kant et de Wittgenstein. Enfin dans les années 50, nous nous sommes aperçus que le langage était opaque, épais et lourd. Au lieu d'en finir avec ses privilèges et de le rendre aux autres forces qui le traduisent et qu'il traduit, nous avons voulu au contraire réduire à la matière du signifiant toutes les autres forces. Nous avons fait du texte la chose. C'était pendant les "glorious sixties". Nous avons beaucoup exagéré. Tout ce qu'on dit du signifiant est juste, mais il faut le dire de n'importe quelles entéléchies. Le langage n'a rien de particulier qui permettrait de le distinguer longtemps du reste". ³⁵ [LAT, 84, 12]

A la même période, Gilles Deleuze et Félix Guattari nouaient, également, à partir de la critique des positions de Chomsky selon laquelle « il y aurait une machine abstraite de la langue qui ne ferait appel à aucun facteur extrinsèque », un ensemble de concepts qui ouvraient la possibilité de développer une sorte d'hyperpragmatique non-exclusivement linguistique. ³⁶[DEL, GUA, 81]

Et dans le cadre des nouvelles écritures numériques hypertextuelles qui font émerger comme nous venons de le noter, de nouvelles alliances images-textes-sons, mais aussi qui « relèvent » la puissance des régimes de signes techniques, des sémiotiques d'artefacts, signifiantes et a-signifiantes,³⁷ de la « memetique »,³⁸ nous devons prendre plus que jamais en compte l'extension du théâtre des opérations narratives où la production de récits ne cesse de performer nos milieux et mondes, nos écologies, sous de nouvelles conditions.

La complexité des divers régimes sémiotiques ainsi que leurs rapports différentiels et les modes de transformation, traduction, hybridation qui sont à l'œuvre, et à l'occasion, leur co-existence, co-détermination, co-évolution, doit-être examinée de manière beaucoup plus attentive. Cela suppose donc que nous soyons capables de mettre en place une sémiotique transformationnelle complexe, fonction des diverses substances d'expression et pour suivre ici Félix Guattari, [GUA, 11] qui prennent en charge leurs relations et traductions partielles. C'est là, nous semble-t-il, le nœud serré d'une narrative générale et de ses « machines abstraites »³⁹, ces dernières ayant un « rôle pilote. [...] ne fonctionnant pas pour représenter même quelque chose de réel, mais construisant un réel à venir, un nouveau type de réalité ». Elles ne sont donc pas « hors de l'histoire mais toujours plutôt « avant » l'histoire, à chaque moment où (elles) constituent des points de création ou de potentialité ».

On verra donc naître assez rapidement une tension forte entre le traitement des données en vue de la maîtrise et du striage (marketing, gouvernance et biopolitique et les savoirs associés) et fondé sur une approche essentialiste de la linguistique et sémantique dédiée au Pouvoir et au Psychopouvoir et un autre traitement des traces et des données, des "obtenues" pour ouvrir vers d'autres univers existentiels et d'autres subjectivités par changement d'échelle des combinatoires, par changement d'échelle des "memes" et par création de nouveaux vides comme lignes de fuites. C'est encore la raison pour laquelle l'accession à la compréhension des diverses manières dont les "sémiologies signifiantes et leurs « syntagmes de pouvoir » linéaires peuvent se combiner avec des automatisations a-signifiantes superlinéaires ne cesse de prendre de l'ampleur." L'a-signifiant met le signifiant en œuvre comme un « outil », sans qu'ils fonctionnent ensemble, ni sémiologiquement ni symboliquement ; de cette manière, les sémiotiques a-signifiantes ne sont pas soumises à la bonne forme sémiologique, à laquelle elles ont pourtant toujours recours en communiquant comme le système dominant le « souhaite ». ⁴⁰

Analyser de manière anthropologique et politique les algorithmes c'est donc entre autre faire apparaître le problème et la question dont ils sont l'expression et l'exprimé. C'est faire apparaître le ou les modèles socio-sémantiques qui les supportent, ce qui est privilégié dans la représentation même, les essences ou les flux, les réseaux et les agencements, ce qui est privilégié, soit la représentation pour ordonner le monde ou

³⁵ Bruno Latour, Les Microbes: guerre et paix, suivi de Irréductions A.-M. Métaillé, 1984

³⁶ Gilles Deleuze, Felix Guattari, Mille Plateaux, Edition de Minuit, 1981

³⁷ Felix Guattari, Felix Guattari, Lignes de fuite, Pour un autre monde de possibles, Editions de l'Aube, 2011

³⁸ Memetic: <http://en.wikipedia.org/wiki/Memetics>

³⁹ Felix Guattari, Lignes de fuite, Pour un autre monde de possibles, Editions de l'Aube, 2011

⁴⁰ idem

le performer de manière top-down soit la capacité à établir des nouvelles connexions avec le monde, de nouveaux agencements dans le monde.

C'est encore la raison pour laquelle toute pensée de l'algorithmique doit regarder l'automatisme comme "moment essentiel" où les bifurcations possibles sont en suspension, hésitent entre striage renforcé et lisse relancé...

La réflexion sur l'algorithmie nous ré-engage de manière essentielle à aller voir dans les différences entre les manières de concevoir « l'objectivité » maximale d'une science « qu'elle soit naturelle ou non (comme relevant de sa capacité) à inclure un examen conscient et critique de la relation entre l'expérience sociale de ses créateurs et les types de structures cognitives privilégiées par sa démarche ».⁴¹ Cela nous renvoie en partie à ce que Tarleton Gillespie (A paraître fin 2013) met en évidence,⁴² [GIL, 13] tout en suggérant de développer une politique des algorithmes.

Partie III. Éléments pour « un programme minima » en SHS Numériques?

Contrôles et Résistances: maintenir le mouvement de la créativité

Nous savons que faire l'expérience de l'anthropo-sphère numérique est aussi un vertige. Tout comme percer des trouées dans le Dôme babylonien qui servait d'enveloppe terrestre, capturer les mouvements célestes et se créer de nouveaux ciels, éprouver la finitude du globe et pénétrer dans le même temps l'étirement du Cosmos, parcourir l'espace-temps des nano éléments, des associations micro-sociologiques et des vitesses moléculaires qui fondent des mondes très vastes... nous voici à nouveau funambules singuliers et partiels, mais distribués et à la traversée de réseaux et chaînes signifiantes pris dans les territoires à N-dimensions des micro-narrations, de leurs proliférations et des flux de données, suspendus aux fils tissés et enchevêtrés d'entités multiples, explorateurs de nouvelles intelligences collectives à saisir dans ce « déluge des données "et des flux, des trajectoires et des traductions et des ré-écritures incessantes.

On sait aujourd'hui la furia exploratoire des formes courtes (Twitter en est le plus bel exemple) par les linguistes et sémioticiens, les acteurs du marketing, les politologues ... qui traquent les nouvelles pierres philosophales, machines à modéliser et prédire, à décrire et à extraire les matières pour le pouvoir et la maîtrise. Procès généralisé associé au mouvement en cours de l'artificialisation du monde si l'on veut bien entendre par là bien autre chose qu'une mécanisation même subtile, à savoir la nécessité d'avoir à créer de manière continue notre milieu associé comme condition de notre survie, comme relance de la créativité au sens de Whitehead.

Mais comme l'écrit Yves Citton, [CIT, 12] le traitement des Big data pose un défi à nos intelligences collectives. Il nous contraint à inventer une autre économie de l'attention, à redéfinir la notion de « pertinence » (et d'impertinence), à nous doter d'une conception plus fine, plus souple et plus vivace de la « signification ».

Et "qu'ils soient informaticiens, statisticiens, économistes, publicitaires ou artistes, tous ceux qui travaillent

⁴¹ Sandra Harding, *The Science Question in Feminism*, Cornell University Press ; Ithaca

⁴² "I will highlight six dimensions of public relevance algorithms that have political valence: 1. *Patterns of inclusion*: the choices behind what makes it into an index in the first place, what is excluded, and how data is made *algorithm ready* 2. *Cycles of anticipation*: the implications of algorithm providers' attempts to thoroughly know and predict their users, and how the conclusions they draw can matter 3. *The evaluation of relevance*: the criteria by which algorithms determine what is relevant, how those criteria are obscured from us, and how they enact political choices about appropriate and legitimate knowledge 4. *The promise of algorithmic objectivity*: the way the technical character of the algorithm is positioned as an assurance of impartiality, and how that claim is maintained in the face of controversy 5. *Entanglement with practice*: how users reshape their practices to suit the algorithms they depend on, and how they can turn algorithms into terrains for political contest, sometimes even to interrogate the politics of the algorithm itself". (Forthcoming, 2013) "The Relevance of Algorithms." In *Media Technologies: Paths Forward in Social Research*, edited by Tarleton Gillespie, Pablo Boczkowski, and Kirsten Foot: MIT Press.

explicitement au traitement des données s'efforcent de rendre compte des tissus de significations qui permettent à nos sociétés et à nos intersubjectivités de « tenir ensemble ». C'est à ce niveau que se nouent nos pertinences – en deçà de nos modes de connaissance et de calcul prédéterminés, mais à partir d'un fond qui n'est nullement indéterminé pour autant. La façon la moins inadéquate de se représenter cette dynamique de frayage des significations est de la concevoir sur le modèle du mycélium, du nom de ce réseau de filaments qui, sous la surface du sol, s'étendent et se ramifient dans toutes les directions, avec pour résultat de générer la poussée imprédictible des champignons. Ces filaments en expansion constante ébauchent le frayage des pertinences virtuelles. C'est sur leur fond que nos significations prennent sens".

43

Toutefois si les données et les algorithmes qui les traitent, fournissent de nouvelles conditions herméneutiques, les sens que nous créons à partir d'elles ne sauraient être séparés des herméneutiques que nous fabriquons selon d'autres écritures et selon d'autres substances d'expression. Si dans le cadre consumériste par exemple (mais cela affecte d'autres problèmes) on peut craindre un appauvrissement dans l'exploitation des données, il serait toutefois très réducteur et simplificateur d'établir un lien univoque et simple entre algorithmie et appauvrissement. Le traitement des données, même si l'on peut, en filant la métaphore du "traiter" comme le fait Yves Citton, ne peut être pensé dans sa pleine et entière positivité que si l'on en comprend et mesure la capacité d'ouverture vers des herméneutiques nouvelles, capables de faire émerger de nouvelles visibilités, en offrant de nouvelles lignes de fuite, en créant les conditions pour de nouvelles pragmatiques analogiques et associationnistes. Il n'en reste pas moins que demeure et persiste, ici et là, la volonté de ne pas laisser les écologies consuméristes de la relation-client devenir hégémoniques sous les conditions des traitements des "Big data" et l'avertissement de Yves Citton garde toute sa force en dépit de son unilatéralisme.

"Comment en effet « traiter les données » en régime de surabondance (trop inégalement partagée), de façon à cultiver des multiversités créatives plutôt que des exploitations appauvrissantes ? Les différents frayages littéraires et littéraires esquissés par le mycélium du verbe « traiter » méritent peut-être autant que les sciences-fictions futurologiques de nous guider dans nos réflexions sur les défis des pertinences à venir. Les pratiques traditionnelles, les intuitions obscures, les prudences endémiques, les audaces surréalistes qui se sont progressivement sédimentées dans nos langues et dans nos littératures constituent – en dialogue constant avec les savoirs scientifiques élaborés par la modernité – un réservoir de significations virtuelles capables de nous fournir une précieuse orientation dans le champ virtuel des pertinences émergentes."

44[CIT, 12]

Recherche algorithme désespérément pour programme sociologique et anthropologique!

Bruno Latour et Geneviève Teil dans leur texte "The Hume Machine" plaident donc pour une modélisation faible des acteurs-réseaux et pour un principe de calculabilité relativement simple, voire selon certains, simpliste. Ils écrivaient « the robustness of structured relations does not depend on qualities inherent to those relations but on the network of associations that form its context. The principle we started from in constructing the Hume machine is a principle of calculability different from that of Turing machines, but one which occupies the same strategic position for our project. The reasoning is as follows : any form is a relationship of force ; any relationship of force is defined in a trial ; any trial may be expressed as a list of modifications of a net work ; any network is resolvable into a list of associations of specific and contingent actants ; and this list is calculable. Thus there is no formal concept richer in information than that of a simple list of specific and contingent actants. There is a tendency to believe that we are better off formal categories than with circumstantial facts, but forms are merely a summary of a net work : that is to say, of the number and distribution of associations. »

Des modèles linguistiques-sémiotiques ici s'affrontent dont on trouve l'écho dans la tension Chomsky / Harris telle qu'elle est mise en scène par Deleuze et Guattari dans Mille plateaux. Cette tension est, on le sait peut-être, justifiée par la montée au premier plan du concept d'agencement collectif d'énonciation.

Un bref rappel s'impose ici, concernant les positions de Chomsky qui postulait l'existence d'un certain

⁴³ Yves Citton « Traiter les données : entre économie de l'attention et mycélium de la signification », *Multitudes* 2/2012 (n° 49).

⁴⁴ idem.

nombre d'automates abstraits, différents en complexité. Pour aller à l'essentiel rapidement, nous suivons de près l'analyse de Manuel De Landa ⁴⁵[DEL-a, 00] sur cette question. La position de Chomsky consiste à définir tout langage comme étant constitué de deux ensembles d'éléments, un dictionnaire (réserve de mots) et un ensemble de règles qui déterminent les modalités combinatoires de ces mots. Deux sortes de règles définissent les modalités combinatoires de ces mots. Celles qui génèrent la structure logique d'une phrase (structure profonde) et celles qui donnent chair à la phrase (grammaire générative, transformationnelle). La position développée dans le chapitre « Postulats de la linguistique » conteste entre autres choses, l'idée d'un noyau dur (dimension synchronique) du langage reléguant les processus sociaux à un rôle secondaire.

“La position de Deleuze, Guattari consiste à donner aux processus historiques un rôle plus essentiel en concevant la « machine abstraite » du langage non comme un mécanisme automatique enchâssé dans le cerveau, mais comme une sorte de diagramme gouvernant les mécanismes des interactions collectives humaines”.

De ce point de vue donc, comme l'indique Manuel De Landa, le problème majeur “consiste à transférer la productivité combinatoire de l'automaton, c'est-à-dire sa capacité à produire un nombre infini de phrases à partir d'un nombre infini de mots et de règles combinatoires vers des schèmes comportementaux générés par des dynamiques sociales diverses. Une solution consiste à assumer que les règles grammaticales n'existent pas dans notre cerveau mais sont incorporées dans les institutions sociales à des niveaux d'échelles variées. Mais avec ce type de solutions, la difficulté suivante surgit. Les hommes n'apprennent pas leur langue-mère à partir d'un ensemble de règles.

C'est au contraire la capacité d'apprentissage en étant au milieu des conversations des adultes (sans que les règles soient donc explicitement dévoilées) qui a engendré l'hypothèse d'une structure automate innée. Mais si encore une fois un ensemble de règles n'est la source de la productivité combinatoire du langage, quelle est cette source ? Une réponse possible consiste à dire que les mots sont porteurs de contraintes combinatoires. Dans ce cas, la productivité combinatoire ne résulte pas d'un système, d'un corps centralisé de règles mais d'un procès décentralisé dans lequel chaque mot « réduit localement » les choix et ce, à chaque instant de construction du procès. Une solution de ce type a été développée par G. Zipf qui a été un des premiers à tenter de traiter le langage comme un ensemble d'inscriptions et de faire apparaître un certain nombre de régularités statistiques. Cette tendance des mots à co-occurrencer avec les suivants G. Zipf l'a nommé « degré de cristallisation ». ⁴⁶[ZIP, MAN, 57]

D'autres modèles statistiques ont été proposés. Mais ce principe général de co-occurrence va prendre de plus en plus d'importance à partir du développement de la méthode des mots associés (co-words analysis) et de son extension radicale comme modèle théorique de la sociologie de la traduction, telle qu'elle s'exprime dans le texte de Bruno Latour et Geneviève Teil : « The Hume Machine : can association networks do more than formal rules ? » ⁴⁷

Cela étant dit, c'est dans ce contexte que nous retrouvons les travaux de Zelig Harris, [HAR 08] travaux qui reprennent la notion de contraintes locales dans le cadre d'une théorie mathématique du langage.

Selon son point de vue et en suivant Manuel de Landa, les contraintes que tels ou tels mots s'associent à tels autres sont transmises en tant qu'informations sociales obligatoires. Harris développe son modèle de transmission sociale des contraintes combinatoires en termes évolutionnistes avec différents types de contraintes (...) en compétition pour des niches informationnelles. Il rejette ainsi le concept d'un noyau stable du langage et sa vision rend possible un questionnement des variations dialectales du caractère profondément hétérogène du langage. Cela est intéressant à plus d'un titre.

Pour une part, la source des contraintes réside en effet, dans les processus de standardisation progressive des usages. De ce point de vue les phénomènes d'imitation, les processus de répétition, stabilisation-convergence jouent un rôle décisif. Pour rappel, selon Harris, il s'agit de « partir de l'observation que tous les discours (et toutes les phrases) sont des séquences de parties (les mots) qui apparaissent dans des combinaisons variées ; cette observation est commune à toutes les grammaires. Deuxièmement, nous

⁴⁵ Manuel De Landa, A Thousand Years of Nonlinear History, Swerve, MIT, 2000

⁴⁶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Zipf et Benoît Mandelbrot, « Étude de la loi d'Estoup et de Zipf : fréquences des mots dans le discours », dans *Logique, langage et théorie de l'information*, Paris, Presses universitaires de France, 1957

⁴⁷ Bruno Latour et Geneviève Teil : « The Hume Machine : can association networks do more than formal rules ? »

faisons la remarque écrit Harris, que toutes les combinaisons de mots n'appartiennent pas à l'ensemble des discours, cette remarque est sous-jacente aux grammaires structurales, puisqu'elle présente les données de la science comme des occurrences de l'ensemble des discours (plutôt que comme une norme qualitative de sens, etc.) Troisièmement, nous notons que les phrases (ou les discours) ont des vraisemblances d'occurrence différentes, ce qui revient à dire que l'appartenance à l'ensemble des phrases est graduelle ; cette observation est extérieure à la grammaire structurale mais elle est sous-jacente à la grammaire transformationnelle. Nous verrons, continue Zelig Harris, que ceci détermine pour chaque opérateur une sélection graduelle parmi les éléments de son domaine d'arguments. En fait pour un domaine d'arguments donné, la propriété qui distingue un opérateur d'un autre (mises à part les différences de compositions phonémiques) est la différence de sélection qu'ils présentent par rapport aux éléments de leur domaine d'arguments. »⁴⁸

Pour aller à l'essentiel, il distingue trois types de contraintes.

Tout d'abord les « likelihood constraints » qui concernent l'information portée par des mots à propos des mots avec lesquels ils sont plus ou moins fréquemment associés. De ce point de vue, le sens des mots est déterminé par leurs régimes ou univers combinatoires. Ensuite viennent les « operators arguments constraints » qui modèlent et règlent l'action que les verbes, adverbess, prépositions, ont sur leurs objets . Ces contraintes opèrent sur des classes de mots. Enfin les « reductions ». Lorsque la probabilité que deux mots vont co-occurrencer devient élevée, la quantité d'information que leur cooccurrence ajoute à une phrase est basse. La contrainte de « reduction » permet donc à Harris de donner une base morphogénétique, une histoire à l'origine des principales classes de mots, de classes qui selon l'approche de Chomsky sont données comme telles.

Dans le modèle de Zelig Harris, **[HAR 08]** « le langage est un produit historique, c'est-à-dire qu'il est le résultat d'un procès d'accumulation de restrictions concernant les co-occurrences de mots relatives à un autre mot et les contraintes combinatoires sont profondément morphogénétiques ».

De plus, Comme de nouvelles contraintes émergent du processus de conventionnalisation , des usages, changeant les probabilités de co-occurrences des mots, la structure du langage s'auto-organise comme procès impliquant des tirages successifs d'équiprobabilité (aléatoires) quant aux combinaisons formées par les « normes répliquantes ».

La perspective de Harris pense le langage comme structure « accretionary ». En particulier lorsque les co-occurrences atteignent un certain seuil de fréquence élevée et deviennent des contraintes obligatoires, les locuteurs commencent à construire de nouveaux modèles par analogie... Des structures peuvent ainsi proliférer par récursions, et varier selon les niveaux d'échelle et de complexité. Enfin des boucles de rétroactions positives peuvent se mettre en place favorisant les mouvements de convergence (...) De la même manière, un diagramme suffisamment abstrait qui explique la génération de chaînes d'inscription linguistiques devrait idéalement expliquer la morphogénèse d'autres chaînes non-linguistiques. (...) Harris montre en particulier qu'en rendant les contraintes combinatoires plus rigides on peut engendrer des chaînes d'inscriptions telles les mathématiques, la logique ; en les rendant plus souples... les chaînes musicales...⁴⁹

La théorie de Harris outre qu'elle nous donne la possibilité d'accéder à une machine abstraite large, permet de connecter cette machine sur les dynamiques sociales, ce qui manque à l'automate chomskien. Et c'est bien ce que lui reproche aussi Deleuze et Guattari: "La machine chomskienne n'est pas assez abstraite".

Pour ces derniers (Deleuze Guattari) « la fonction langage ... n'est ni informative, ni communicative; elle ne renvoie ni à une information signifiante, ni à une communication intersubjective. Et il ne servirait à rien d'abstraire une signifiante hors information, ou une subjectivité hors communication. Car c'est le procès de subjectivation et le mouvement de signifiante qui renvoient à des régimes de signes ou agencements collectifs. (...) la linguistique n'est rien en dehors de la pragmatique (sémiotique ou politique) qui définit l'effectuation de la condition du langage et l'usage des éléments de la langue. » A la suite de la conception Stoïcienne des incorporels, et en faisant monter au premier plan dès 1972 **[DEL, 72]** la notion d'agencement, ils affirment qu'il y a « primat d'un agencement machinique des corps sur les outils et les biens, primat d'un agencement collectif d'énonciation sur la langue et les mots.(...) un agencement ne

⁴⁸ Zelig Harris, *Notes du Cours de Syntaxe*, Éditions du Seuil, 1976

⁴⁹ Idem

comporte ni infrastructure et superstructure, ni structure profonde et structure superficielle mais aplatît toutes ses dimensions sur un même plan de consistance où jouent les présuppositions réciproques et les insertions mutuelles.(...) mais si l'on pousse l'abstraction, on atteint nécessairement à un niveau où les pseudos-constantes de la langue font place à des variables d'expression, intérieures à l'énonciation même ; dès lors ces variables d'expression ne sont plus séparables des variables de contenu en perpétuelle interaction. Si la pragmatique externe des facteurs non linguistiques doit être prise en compte, c'est parce que la linguistique elle-même n'est pas séparable d'une pragmatique interne qui concerne ses propres facteurs » (...). « Car une véritable machine abstraite se rapporte à l'ensemble d'un agencement : elle se définit comme le diagramme de cet agencement. Elle n'est pas langagière, mais diagrammatique, surlinéaire. Le contenu n'est pas un signifié, ni l'expression un signifiant, mais tous deux sont les variables de l'agencement. » ⁵⁰

Les creusements extensifs-intensifs des couplages entre les agencements bio-techniques placent les médiations au milieu des milieux, des écologies de toutes sortes dont sommes l'expression et l'exprimé. Co-émergences de nous-mêmes et des choses sous les conditions d'agencements collectifs comme incomplétude des « procès d'actualisation-différenciation divergentes » qui sont toujours créations. « L'unité réelle minima, ce n'est pas le mot, ni l'idée ou le concept, ni le signifiant mais l'agencement. C'est toujours un agencement qui produit les énoncés. Les énoncés n'ont pas pour cause un sujet qui agirait comme sujet d'énonciation pas plus qu'ils ne se rapportent à des sujets comme sujets d'énoncé. L'énoncé est le produit d'un agencement toujours collectif qui met en jeu en nous et dehors de nous des populations, des multiplicités, des tentations, des devenirs, des affects, des événements. » ⁵¹

Comprendre, décrire, les agencements à l'intérieur desquels je suis inclus est donc essentiel. Qu'est qui nous lie, nous attache, nous fait converger, diverger, voilà aussi ce qui inquiète et travaille les pensées et travaux de G. Tarde, M. Douglas (13), B. Latour (14). Il est à noter au passage que le logiciel Leximappe qui incarne si l'on peut dire le principe de calculabilité latourien reprend d'une certaine manière à travers les notions de centralité (la place d'un agencement dans un réseau rhizome) et de densité, (la solidité-stabilité d'un agencement en tant qu'il se différencie des autres) les notions de Grid et Group chez Mary Douglas. Conçus à l'origine pour décrire les dynamiques constitutives des champs et fronts de recherche dans les domaines scientifiques, les clusters de mots clés et leurs relations (exprimant les interactions des actants du champ) peuvent être regardés comme des formes primitives d'expression-modélisation d'agencements en tant que ces derniers renvoient à des conditions d'hétérogénéité, et à des hétérogènes plus ou moins complexes.

Suivre les mouvements des agencements

Habiter et décrire les agencements, impliquent plusieurs postures dont les principales pourraient être les suivantes : suivre le mouvement des relations et penser l'hétérogénéité. suivre les connexions et leur élaboration ; suivre les variations et l'enchevêtrement d'agencements étendus ; suivre la formation-formatage des attractions-répulsions et s'en donner une visualisation ; suivre les monades ou le rhizome "par son milieu" ; suivre les processus de transformations et de captures sémiotiques

Ce qui nous intéresse donc en premier lieu, c'est la possibilité de décrire et d'habiter la transformation en cours (des collectifs, de leurs narrations, des débats, des rapports de force etc.), les mouvements, les trajectoires des actants, les événements, et d'en témoigner. L'immense production de traces numériques permet d'accéder à ces dynamiques, de développer de nouvelles pratiques cartographiques et donc comme nous l'avons déjà noté, de nouveaux types de réflexivité et ce, à travers une sémiopolitique plus ou moins complexe des interfaces. De plus, comme nous l'avons déjà noté, la complexité des divers régimes sémiotiques ainsi que leurs rapports différentiels et les modes de transformation, traduction, hybridation qui sont à l'œuvre à travers la traduction numérique poussent

⁵⁰ Gilles Deleuze et Felix Guattari, Les postulats de la linguistique, in Mille Plateaux, Edition de minuit, 1981

⁵¹ Gilles Deleuze, Claire Parnet, Dialogues, Edition Flammarion, 1977

de plus en plus au développement d'une narratique générale et de ses « machines abstraites »⁵², ces dernières ayant un « rôle pilote. [...] ne fonctionnant pas pour représenter même quelque chose de réel, mais construisant un réel à venir, un nouveau type de réalité ». Elles ne sont donc pas « hors de l'histoire mais toujours plutôt « avant » l'histoire, à chaque moment où (elles) constituent des points de création ou de potentialité ».

Et si le travail algorithmique peut trouver un écho puissant du côté des nouvelles approches ethnologiques et anthropologiques en particulier, ainsi que du côté de la perspective deleuzienne et le concept d'agencement, c'est bien parce que les nouvelles écritures sont puissantes qui vont de pair avec la prolifération (pour le meilleur et pour le pire) des traces. Qu'il s'agisse donc des longues chaînes de traduction des acteurs réseaux et des agencements (au sens deleuzien) les nouvelles technologies intellectives occupent une place centrale. "L'énoncé est le produit d'un agencement, toujours collectif, qui met en jeu en nous et hors de nous des populations, des territoires, des devenir, des affect, des événements;" (...). L'agencement, c'est le co-fonctionnement, c'est la sympathie, c'est la symbiose." [DEL, PAR 77].

De même pour la sociologie de la traduction, il s'agit bien de rendre compte des transformations à partir de l'observation minutieuse, précise des déplacements, de toute entité, de leurs associations, des bifurcations, des épreuves (au sens latourien du terme)⁵³ dont elles sont l'expression et l'exprimé.

Deuxième posture : Décrire la création et l'évolution des associations (liens), faire la liste des éléments qui se trouvent ainsi associés et qui constituent l'entité, les entéléchies.⁵⁴ Dans la terminologie de l'ANT, un acteur (un territoire, un collectif, un concept, un document...) est défini par la liste de ses relations et par la transformation que subit cette relation. Tracer les connexions, tracer les co-liaisons, les co-citations, les co-émergences..., se représenter les liens entre entités (entre nœuds ou sommets), leurs agrégations (en « cliques », clusters...), tout cela traverse, depuis la théorie des graphes, la science des réseaux, la scientométrie, les algorithmes des moteurs de recherche etc. Le travail de recherche publié en 2012 par Latour et al. saisit l'opportunité d'exploitation de traces numériques (une base de données d'articles scientifiques) et suggère ainsi une approche basée sur la navigation à travers les données, approche qui nous fournit des empiries « traversables », et où la réversibilité entité-réseau est permanente. La forme et le contenu émergent simultanément.

Quelles que soient les approches ethno-numériques déployées, elles doivent donc se soustraire à deux tentations : d'une part, celle d'un retour du structuralisme (dont les approches structurales des réseaux sont les héritières), de son système de points et de positions par rapport à une structure, et toujours prompt soit à « dévoiler la structure informelle » que l'on attend, soit à « fixer » les comportements des acteurs sociaux dans un système signifiant; d'autre part, celle d'un dessein totalisant.

A ce titre, établir la liste d'entités associées (ou les connexions, ce qui au revient au même), déployer le réseau d'un individu ou d'un document pour pouvoir « l'identifier » (ou plutôt selon l'approche de l'ANT, rentrer dans leurs processus d'identification, et selon l'approche de Simondon, dans les processus d'individuation), donne toujours un résultat fragmentaire. Parce qu'il nous faut parcourir

⁵² Gilles Deleuze et Felix Guattari, Mille Plateaux, Edition de Minuit, 1980 « La machine abstraite n'a pas de forme en elle-même (pas plus que de substance), et ne distingue pas en soi de contenu et d'expression, bien qu'elle préside hors d'elle à cette distinction, et la distribue dans les strates, dans les domaines et territoires. Une machine abstraite n'est pas plus physique ou corporelle que sémiotique, elle est *diagrammatique* (elle ignore d'autant plus la distinction de l'artificiel et du naturel). Elle opère par *matière*, et non par substance ; par *fonction*, et non par forme. Les substances, les formes, sont d'expression « ou » de contenu. Mais les fonctions ne sont pas déjà formées « sémiotiquement », et les matières ne sont pas encore « physiquement » formées. La machine abstraite, c'est la pure Fonction-Matière -- le diagramme, indépendamment des formes et des substances, des expressions et des contenus qu'il va répartir. »

⁵³ Bruno Latour, Les Microbes: guerre et paix, suivi de Irréductions A.-M. Métaillé, 1984, Dans Irréductions: "il n'y a que des épreuves parce qu'une chose n'est par elle-même irréductible à aucune autre et que ce qui n'est jamais ni réductible, ni irréductible, il faut bien l'éprouver, le rapporter, le mesurer constamment"

⁵⁴ Bruno Latour, Les Microbes: guerre et paix, suivi de Irréductions A.-M. Métaillé, 1984

toute l'étendue et la complexité des relations qui y sont élaborées et transformées, parce qu'il est lui-même branché à d'autres agencements, un agencement ne peut qu'être partiellement décrit. Cela a réjouit bien des détracteurs de l'ANT, Latour lui-même indiquant la « bizarrerie » de leur ontologie empirique qui ne pouvait traiter d'objets nouveaux et assez complexes pour être traçables : « les machines et les faits, c'est-à-dire les innovations ». [LAT, 10] Internet et l'étendue des données numériques lui donne l'occasion d'un autre milieu d'application, l'ANT s'y trouvant « comme un poisson dans l'eau ». (ibid)

Troisième posture: suivre la la formation-formatage des attractions-répulsions et s'en donner une visualisation. L'agencement, composé d'acteurs-réseaux est le milieu donc où sous divers modes, la production des relations entre des énoncés, des artefacts, des cerveaux-corps, les relations de voisinage et les frontières se définissent et se stabilisent, où les connexions, les associations, les disséminations et les percolations s'actualisent et se déploient. De ce point de vue, il n'est pas inutile de rappeler que un des problèmes majeurs de toute organisation, institution ou collectif, est bien de créer des zones de voisinage entre plusieurs dispositifs hétérogènes, pris ensemble dans un bloc de devenir (plus ou moins mis sous contrôle) et où, jouant un rôle crucial dans leur métastabilisation, le travail anaphorique, c'est-à-dire le travail de relance et de reprise, le travail interprétatif, et la sélection des micro comme des grands récits, la trans-formation de ces derniers, s'enracinent dans le champ de bataille des entéléchies.

Pour Deleuze, l'agencement se caractérise alors par des « alliances », « alliages », « attraction et répulsion », « sympathie et antipathie », etc. qu'il facilite ou censure. Les approches algorithmiques basées sur la définition de forces de « répulsion » des nœuds et une force « d'attraction » des liens permettent d'en rendre compte de manière de plus en plus précise.

Cette puissance d'attraction-répulsion n'est ni fournie par une structure qui la surplombe (culture, habitus ou tout autre « supra-organisme » explicatif) ni par l'agrégation d'agents « simplifiés », atomisés, sur laquelle on apposerait ensuite des « règles d'interactions » pour voir émerger une structure éventuellement durable. « Les deux approches reposent sur des techniques de collecte de données quasi identiques. Leur principale différence réside dans l'ordre chronologique par lequel elles listent les deux concepts : du micro au macro pour la première, du macro au micro pour la seconde. Ce que la seconde prend comme point de départ, la première le prend comme but final.].» (Ibid)

Quatrième posture : explorer un monde de monades et prendre les rhizomes par « le milieu ».

S'il reconnaît la pertinence de certaines de ces approches (dans le cas de phénomènes collectifs aux règles et paramètres relativement simples comme les embouteillages, les mouvements de foule etc.), Latour prend le milieu numérique et l'ouverture de nouvelles possibilités d'analyse, comme révélateurs des impasses (déjà largement décrites et critiquées) [LAT, 06] où nous placent des théoriciens holistiques et les théoriciens « atomistes » pour étudier des processus sociaux complexes. Fidèle à l'approche de l'ANT, il propose une alternative qui permet à l'observateur de s'affranchir d'un passage du niveau micro au macro ou inversement : la rencontre de la monadologie de Gabriel Tarde avec les outils de traitement et de visualisation de vastes ensemble des données et relations parcourables, quantifiables du web.

Les chercheurs restent néanmoins très tributaires de la qualité et de la quantité d'informations ainsi que des techniques de visualisation à leur disposition.

Et pour Bruno Latour, les données numériques sont en mesure aujourd'hui de rendre justice de la position Tardienne. Dans l'article « Le tout est toujours plus petit que ses parties»: une expérimentation numérique des monades de Gabriel Tarde, les auteurs "revisitent" la pensée de ce dernier "qui se passe totalement de notions telles que l'individu ou la société. Notre analyse repose sur l'idée que, tant qu'il était impossible, difficile ou simplement fastidieux d'amasser et de consulter des quantités d'informations liées à des sujets précis, il était logique de traiter les données relatives aux liens sociaux en définissant deux niveaux : un pour l'élément individuel, l'autre pour l'agrégat collectif. Mais dès que l'on suit les individus par le biais de leurs relations (ce que l'on fait généralement dans le cas des profils) il serait plus avantageux de naviguer à travers les fichiers de données sans distinguer le niveau de l'élément individuel de celui de la structure collective. On peut alors accorder, poursuivent-ils une certaine crédibilité à l'étrange notion de « monades » de Tarde.

Nous affirmons que c'est justement ce mode de navigation, rendu possible par l'accès aux bases de données numériques, qui permet de modifier la théorie sociologique. Au sens strict du terme, nous ne devrions plus parler de phénomènes collectifs par opposition à des phénomènes individuels, mais seulement d'autant de façons différentes de *collecter* des phénomènes".⁵⁵ [LAT, 12].

Néanmoins, à chaque fois, les écritures, les pratiques, les entités diverses... devront être mises en rapport avec des machines désirantes, abordées au milieu des agencements plus vastes à l'intérieur desquels elles sont incluses, et dont les autres agencements sont aussi l'expression et l'exprimé.

"Dans un agencement il y a comme deux faces ou deux têtes au moins. des états de choses, des états de coprs (les coprs se pénètrent, se mélangent, se transmettre des affects); mais aussi des énoncés, des régimes d'énoncés..."⁵⁶

On peut dire alors, selon une expression hybride, "Deleuze-Guattari et Latour" que les chaînes de traduction sont des chaînes de trans-formation produites au sein d'un acteur-réseau et entre acteurs-réseaux, au sein d'un agencement ou entre agencements. C'est la raison pour laquelle nous devons décrire et penser toute pragmatique y compris la pragmatique communicationnelle comme rapport complexe entre une pragmatique interne (exprimée dans et par les hétérogénèses internes de l'agencement ou de l'acteur-réseau) et une pragmatique externe (exprimée dans et par les hétérogénèses externes des agencements entre eux et des acteurs-réseaux entre eux)

Un acteur-réseau n'est pas simplement un graphe de liens et de nœuds, mais un assemblage évolutif de forces qui évoluent; « Le réseau, au sens technologique, est le résultat de la mise en place d'un acteur-réseau (soit par l'enquêteur, soit par ceux dont ils suit la trajectoire) ». « Un acteur c'est la liste de ses relations *plus* la transformation que chacun des items de la liste a subi au voisinage ou à l'occasion de cette relation ». Plus radicalement, l'acteur-réseau constitue davantage pour Latour une « théorie sur l'enquête en science sociale » : « L'enquête *commence* par une médiation, *suit* ou enfile les traductions et *tombe* une série de *surprises* [de l'enquêteur] ou d'épreuves où se noue et dénoue la question même des acteurs et de leur réseau ». ⁵⁷ [LAT, 10].

Cinquième posture suivre les processus de transformations et de captures sémiotiques, mais en tenant compte de la nécessité de repenser la pragmatique à partir d'une conception de la question sémiotique et des régimes d'imitation ou de dissémination Tardiens, conception trop sommaire encore. Ces processus de trans-formations et de captures qualifient en effet la manière dont un agencement crée "une zone de voisinage" entre plusieurs éléments hétérogènes, pris ensemble dans un bloc de devenir, et qui les transforme sans systématiquement les identifier. Deleuze rapellant sans cesse que la capture dont il parle veut exprimer un devenir sans ressemblance ni imitation. « Devenir n'est jamais imiter, ni faire comme, ni se conformer à un modèle fut-il de justice ou de vérité.[] Les devenirs ne sont pas des phénomènes d'imitation, ni d'assimilation, mais de double capture, d'évolution non parallèle, de noces entre deux règnes ».[DEL, PAR 77].

Pour Felix Guattari "la pragmatique serait ainsi divisée en deux composantes et non deux régions, puisque ces composantes se recomposent constamment -- une pragmatique générative correspondant aux modes de "linguistisation" des sémiotiques et une pragmatique transformationnelle non linguistique non-signifiante".

⁵⁵ Bruno Latour, Pablo Jensen, Tommaso Venturini, Sébastien Grauwin, Dominique Boullier « Le tout est toujours plus petit que ses parties» Un expérimentation numérique des monades de Gabriel Tarde. "The Whole is Always Smaller Than Its Parts" —How Digital Navigation May Modify Social Theory. (with Pablo Jensen, Tommaso Venturini, Sébastien Grauwin and Dominique Boullier), *British Journal of Sociology* Vol. 63 n° 4 pp. 591-615, 2012

⁵⁶ Gilles Deleuze, et Claire Parnet, Dialogues, Edition Flammarion, 1977

⁵⁷ Bruno Latour, 2010, « Avoir ou ne pas avoir de réseau : that 's the question » in Akrich Madeleine et al., Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon, Presses de l'Ecole des Mines, pp257-268

“On divisera (écrit-il) la pragmatique en deux séries de composantes. tout d'abord les composantes transformationnelles interprétatives (que l'on appellera également génératives), qui impliquent le primat des sémiologies de la signification sur les sémiotiques non interprétatives. Elles seront divisées elles-mêmes en deux types généraux de transformations les transformations analogiques relevant par exemple des sémiologies sémiotiques; les transformations signifiantes relevant des sémiologies linguistiques. Deux types de “prises de pouvoir sur les contenus”, par reterritorialisation et subjectivation, leur correspondent, qui s'appuient soit sur des agencements territorialisés de l'énonciation, soit sur une individuation de l'énonciation”.

Puis en "composantes transformationnelles non interprétatives", qui peuvent renverser le pouvoir des deux transformations précédentes. On les divisera en deux types généraux de transformations parallèles aux deux précédentes: les transformations symboliques, relevant des sémiotiques intensives (par exemple au niveau perceptive, gestuel, mimique...) puis les "transformations diagrammatiques, relevant des sémiotiques a-signifiantes", qui procèdent par une déterritorialisation portant conjointement sur le formalisme du contenu et sur celui de l'expression et par la mise en jeu de machines abstraites manifestées par un système de signes-particules".⁵⁸

Les nouvelles technologies intellectives, en fin de compte...

Les nouveaux outils, (ces technologies intellectives associées à la question du web-sémantique, des ontologies comme problème et du traitement des Big Data) marquent l'advenue de modes d'écritures visant à prendre en compte la processualité et les hétérogénéités des agencements collectifs. Ils sont aussi les symptômes des dimensions démocratiques de la question socio-cognitive, des filtres participants de la définition, qualité, des niches écocognitives, des éthologies conceptuelles pouvant être mobilisées et mises en jeu dans l'univers des mémoires numériques hypertextuelles en réseau.

Ce bref examen "historique" montre combien le "correlation is enough!" est réducteur, et en fin de compte profondément engagé politiquement, partisan. Les sciences et leurs pratiques sont certes, largement travaillées par la "matière algorithmique" mais il montre que si l'entrelacement des sciences informatiques et des sciences y compris donc les SHS est de plus en fort, il est dominé par des modèles épistémologiques partisans et parfois en conflit et que le mouvement de la créativité en sciences et ailleurs, repose sur des processualités conceptuelles et méthodologiques compliquées et ouvertes. `

Au milieu des nouveaux modes d'écritures et des nouvelles pratiques cartographiques, les algorithmes peuvent-ils participer "des réquits d'une éthologie supérieure (à savoir) penser en terme de devenir et non d'évolution, de qualités expressives et non de fonctions, d'agencement plutôt que de comportement"?⁵⁹
[ALL 93] Nous avons tendance à penser que oui. Nous pensons encore que ces technologies intellectives en devenir, peuvent nous engager plus profondément vers la sortie du discours des essences, des ontologies monovalentes et de la logique binaire. Nous pensons enfin qu'elles sont en mesure de porter le mouvement qui consiste à réformer notre conception de l'encyclopédisme "aujourd'hui en éclats".⁶⁰
[NOY, JUA, 10]

Bibliographie

[AND, 08] Chris ANDERSON: The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete, http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory

⁵⁸ Sur tous ces points: Felix Guattari, Lignes de fuite, Pour un autre monde de possibles, Editions de l'Aube, 2011
⁵⁹ ERIC ALLIEZ, La signature du monde ou qu'est-ce que la philosophie de Deleuze-Guattari, Éd. du Cerf, Paris, 1993.

⁶⁰ Jean-Max NOYER, Brigitte JUANALS, L'encyclopédisme en éclats : *l'édition scientifique numérique face aux nouvelles mémoires et intelligences en procès*. Dans La publication scientifique : analyses et perspectives Hermès- Lavoisier, 2008

- [AND, 12] ANDERSON C, Makers : La nouvelle révolution industrielle, Novembre 201
- [ALL 93] ALLIEZ E , *La signature du monde ou qu'est-ce que la philosophie de Deleuze-Guattari*, Éd. du Cerf, Paris, 1993.
- [BER,08] BERRY G, « Pourquoi et comment le monde devient numérique ? », Leçon inaugurale du Collège de France, Edition Fayard, 2008.
- [BOU 10] BOURDONCLE F., « L'intelligence collective d'Usage » in [NOY, JUA 10] *Technologies de l'Information et Intelligences Collectives*, Paris, Editions Hermès Lavoisier, 2010
- [CAR,13] CARMES M., « Territorialisations socio-numériques et sémio-politiques organisationnelles », in Carmes M, Noyer JM. (dir), Les débats du numérique, Paris, Presses des MINES, collection Territoires numériques, 2013, p 99-135
- [CIT, 12] CITTON Y., « Traiter les données : entre économie de l'attention et mycélium de la signification », *Multitudes* 2/2012 (n° 49).
- [DEL-a, 00] De LANDA M., A Thousand Years of Nonlinear History, Swerve, MIT, 2000
- [DEL 72] DELEUZE G., GUATTARI F., *Anti-Oedipe*, Édition de Minuit, 1972.
- [DEL, PAR 77] DELEUZE G., et PARNET C., Dialogues, Edition Flammarion, 1977
- [DEL 80] DELEUZE G., GUATTARI F., *1000 Plateaux*, Édition de Minuit, 1980.
- [FAY, 72] FAYE JP., - Théorie du récit, Introduction aux "langages totalitaires", La raison critique de l'économie narrative. Hermann, Paris 72
- [GAL, 12] GALLOWAY A., Les nouveaux réalistes, philosophie et postfordisme Editions Léo Scheer, 2012
- [GAR, SMA, 85] Garfield E. et Small H. , "The geography of science: disciplinary and national mappings, *Journal of Information Science*, vol. 11, 1985, Voir sur ces points l'article de Xavier Polanco, <http://gabriel.gallezot.free.fr/Solaris/d02/2polanco1.html>
- [GEN, 08] GENOSKO G., Banco sur Félix. Signes partiels a-signifiants et technologie de l'information, *Multitudes* 2008/4 - n° 34
- [GIL, 13] GILLESPIE, T.L. (forthcoming, 2013) "The Relevance of Algorithms." In Media Technologies: Paths Forward in Social Research, edited by Tarleton Gillespie, Pablo Boczkowski, and Kirsten Foot: MIT Press
- [GRA, 09] GRAY J., in "The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery", the collection of essays expands on the vision of pioneering computer scientist Jim Gray for a new, fourth paradigm of discovery based on data-intensive science and offers insights into how it can be fully realized. Microsoft, 2009
- [GUA, 11] GUATTARI F., Lignes de fuites, Pour un autre monde de possibles, Edition L'aube, 2011
- [GUA, 81] GUATTARI F., ALLIEZ E., « Le capital en fin de compte », in revue Change n°1, 1981.
- [HAR, 76] HARRIS Z., *Notes du Cours de Syntaxe*, Éditions du Seuil, 1976
- [JAC, 11] JACOB C. (dir), Lieux de savoir 2, Les mains de l'intellect, Edition Albin Michel, 2011
- [KRU, 12] KRUGMAN P., : Technology or Monopoly Power? December 9, 2012, IHT, et Robots and Robber Barons, IHT, Barry C. Lynn and Phillip Longman, Who Broke America's Jobs Machine? Why creeping consolidation is crushing American livelihoods. <http://www.washingtonmonthly.com/features/2010/1003.lynn-longman.html>
- [KUP, 08] KUPIEC JJ., L'origine des individus, Edition fayard, 2008

[KUP, 12] KUPIEC JJ., http://www.liberation.fr/sciences/2012/09/13/l-adn-seul-n-est-rien_846143

[LAT, TEI, 95] LATOUR B., et TEIL G., "The hume machine: can association networks do more than formal rules?", INRA and ENSMP in *Stanford Humanities Review* Vol.4, n°2

[LAT, 84] LATOUR B., *Les Microbes: guerre et paix*, suivi de *Irréductions* A.-M. Métaillé, 1984

[LAT, 12] Latour B., Jensen P., Venturini T., Grauwin S., Boullier D. « Le tout est toujours plus petit que ses parties » Un expérimentation numérique des monades de Gabriel Tarde. "The Whole is Always Smaller Than Its Parts" —How Digital Navigation May Modify Social Theory. (with Pablo Jensen, Tommaso Venturini, Sébastien Grauwin and Dominique Boullier), *British Journal of Sociology* Vol. 63 n° 4, 2012

[LAT, 10] Latour B., 2010, « Avoir ou ne pas avoir de réseau : that's the question » in Akrich M. et al., *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*, Presses de l'Ecole des Mines, 2010

[LEV, 13] LEVY P., *Le médium algorithmique*, http://pierrelevyblog.files.wordpress.com/2013/02/00-le_medium_algorithmique.pdf

[LYO, 79] LYOTARD JF., *La condition post-moderne*, Edition de minuit, 1979

[MAI, 12] MAIGNIEN Y., *Quelles redistributions de pouvoirs autour des « automates sémantiques? »*, In *Les Débats du numérique*, Editions Mines-Paris Tech, 2013

[MAL, 04] MALABOU C., *Que faire de notre cerveau ?* Edition Bayard, 2004

[NOY, JUA, 10] NOYER JM., JUANALS B., *L'encyclopédisme en éclats : l'édition scientifique numérique face aux nouvelles mémoires et intelligences en procès*. Dans *La publication scientifique : analyses et perspectives* Hermès- Lavoisier, 2008

[PRI, 62, 64] PRICE D.Solla, *Science since Babylon*. New Haven, Yale University Press, 1962 et Derek de Solla Price, "The Science of Science", dans M. Goldsmith et A. Mackay (éds), *The Science of Science*. London, Souvenir Press, 1964

[SER, STI, 12] SERRES M., STIEGLER B., : <http://www.youtube.com/watch?v=iREkxNVetbQ>

[SMO, 08] et [ORR, 08] SMOLIN L., et ORRIGI G., in http://www.edge.org/discourse/the_end_of_theory.html pour le débat "on Chris Anderson's the End of Theory", 2008 with George Dyson, Kevin Kelly, Stewart Brand, W. Daniel Hillis, Sean Carroll, Jaron Lanier, Joseph Traub, John Horgan, Bruce Sterling, Douglas Rushkoff, Oliver Morton, Daniel Everett, Gloria Origgi, Lee Smolin, Joel Garreau

[ZIP, MAN, 57] http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Zipf et Benoît Mandelbrot, « Étude de la loi d'Estoup et de Zipf : fréquences des mots dans le discours », dans *Logique, langage et théorie de l'information*, Paris, Presses universitaires de France, 1957

[WHI, 29] Whitehead A.N., *Procès et réalité : Essai sur la cosmologie*, 1929